

教育与心理统计简明教程

魏华忠 编著



大连海运学院出版社

教育与心理统计简明教程

JIAOYU YU XINLITONGJI JIANMING JIAOCHENG

魏华忠 编著

大连海运学院出版社

1990 • 大连

教育与心理统计简明教程

魏华忠 编著

责任编辑：刘明凯 封面设计：王 轶

※

大连海运学院出版社出版

大连海运学院出版社发行

辽宁师范大学印刷厂印刷

※

开本：787×1092¹/₄； 印张：8.5张 字数：135千

1990年3月第1版 1990年3月第1次印刷

印数：1—3000 定价：4.50元

ISBN 7-5632-0145-9/G·39

前 言

教育与心理统计学在教育和心理科学领域中，已被广泛重视和应用，各师范院校相继开出统计学这门课。

教育与心理统计学是一门应用学科和工具性学科。因此，在教学和教材的编写上，应突出这门学科的实用性与使用性。实用性是指讲授内容要紧密结合实际，选取有用之内容；使用性是指讲授要注重统计方法，学了便会使用。本教材的编写就是遵循这一原则，尽量避免在统计原理上的深究，理清与高等数学相连的枝枝蔓蔓，使教材层次清晰，重点突出，注重实例，方法简明。当然，也应看到随着科学的发展，统计理论在逐渐深化，统计方法在不断繁衍，统计学的教材越编越厚，已经使人望而生畏了，本教材清醒地注视着这一情况，但仍坚持从实际出发的原则，考虑到有限的教学时间和师范生较薄弱的数理基础，认真选删内容，既保证教育与心理统计学的基本内容，讲清基本的统计原理和统计思想，又能让学生学会一些实用的统计方法，掌握一些必要的统计知识，为他们进一步掌握高级统计铺垫一块基石。教材中也提供了一些自学的内容，但仍坚持从实用出发，并不追求多多益善。

在编写中，曾经参考了许多专家学者的著作，如《教育

与心理统计学》(左任侠编著)、《心理与教育统计学》(张厚粲编著)和《教育统计学》(杨宗义编译,内部材料)等。对此,谨致深深鸣谢。另外,根据本人对该科几十轮的教学实践,将内容和体系做了一定的改写,是否妥当有待在今后的教学实践中检验。必竟本人水平有限,错误难免,恳请指正。

编 者

一九八九年九月

目 录

第一章 绪 论	(1)
一、教育与心理统计学.....	(1)
二、怎样学习教育与心理统计.....	(2)
三、统计学的几个基本概念.....	(4)
练习一.....	(11)
附录一 资料的收集.....	(11)
第二章 数据和数据整理	(20)
第一节 数据的特征和种类.....	(20)
第二节 次数分布表和图.....	(25)
练习二.....	(34)
附录二 统计表.....	(35)
第三章 集中量	(49)
第一节 算术平均数.....	(50)
第二节 众数和中数.....	(55)
第三节 均数、众数、中数之比较.....	(64)
练习三.....	(67)
附录三 几何平均数和调和平均数.....	(68)
第四章 差异量	(71)
第一节 两极差、四分差和平均差.....	(72)
第二节 方差和标准差.....	(79)
练习四.....	(86)

第五章 地位量	(87)
第一节 次第、等级与百分等级.....	(88)
第二节 标准分数.....	(95)
练习五.....	(100)
第六章 相关与回归	(101)
第一节 相关概述.....	(101)
第二节 相关系数的计算.....	(106)
第三节 等级相关.....	(114)
第四节 直线回归.....	(117)
练习六.....	(123)
第七章 推论统计概述	(125)
第一节 推论统计的意义.....	(125)
第二节 二项分布.....	(131)
第三节 正态分布.....	(135)
第四节 抽样分布的研究与 t 分布.....	(144)
练习七.....	(152)
第八章 参数估计	(153)
第一节 标准误与置信区间.....	(153)
第二节 总体均数的估计.....	(157)
第三节 其他参数的估计.....	(160)
练习八.....	(165)
第九章 统计检验——z 检验与 t 检验	(167)
第一节 统计检验概述.....	(167)
第二节 单总体均数差异检验.....	(171)
第三节 双总体均数差异检验.....	(175)
第四节 其他统计量的差异检验.....	(185)

练习九·····	(191)
第十章 多组均数差异检验——方差分析与F检验 ·····	(192)
第一节 多组均数差异检验概述·····	(192)
第二节 方差分析·····	(197)
第三节 F 检验·····	(202)
第四节 双因素方差分析与 F 检验·····	(212)
第五节 方差的齐性检验及方差不齐时 t 检验·····	(221)
练习十·····	(224)
第十一章 χ^2 检验 ·····	(226)
第一节 χ^2 检验概述·····	(226)
第二节 适合性检验·····	(229)
第三节 独立性检验与同质性检验·····	(234)
练习十一·····	(242)
参考文献 ·····	(243)
统计用表	
附表 1 正态曲线的面积 (P) 与纵线 (Y)·····	(245)
附表 2 t 值表·····	(251)
附表 3 χ^2 的数值表·····	(252)
附表 4 积差相关系数 (r) 显著性临界值·····	(254)
附表 5 等级相关系数临界显著水准·····	(255)
附表 6 r 值的 Z 转换表·····	(256)
附表 7 F 值表·····	(257)
附表 8 随机数字表·····	(265)

第一章 绪 论

一、教育与心理统计学

教育与心理统计学是把数理统计原理和方法用于教育、心理科学研究的一门应用学科。

教育与心理科学离不开统计学。学校的分布要统计，入学人数要统计，学生的学习成绩、身体状况、心理普查等等都需要统计。另外，教育、心理统计更是心理测量学、行为学、教育测验、教育评价等学科的必备基础。可以说，现代教育科学研究已离不开统计学。

教育与心理统计学的内容，主要包括描述统计和推论统计。描述统计讲述数据的整理，制表制图，以及描述数据的集中量数、差异量数、地位量数和相关量数等统计量的性质与计算方法；推论统计讲述如何由样本推断总体，如参数估计和假设检验等。推论部分是重点内容，也是学习的难点，在教材中占有较大的比重。在教材中，还有一部分理论统计的内容，介绍一些必要的理论分布原理，它是学习推论统计的理论基础，虽然篇幅不多，却至关重要。

随着数学科学的发展，数理统计也突飞猛进，为教育、心理实验的科学设计和结果处理提供了更充分的理论依据和方法。所以，实验设计也成为统计学的一个部分，有的统计学教材便是着重实验设计编写的（如华东师大出版，左任侠

编写的《教育心理统计学》)。统计学是实验设计的基础, 学好教育与心理统计再学习实验设计也未尝不可, 所以本教材未专列这部分内容。

教育统计与心理统计并无本质区别, 教育科学一般是大面积研究, 人数多, 样本大, 而心理科学多实验研究, 人数少, 在统计处理上二者差别仅此而已。二者合并一起讲, 既有教育的例题, 又有心理学的例题, 对于教育系的学生是合适的。

二、怎样学习教育心理统计

第一, 要把辩证唯物主义原理和统计学理论联系起来学习。初学统计的人往往只想学一些数学公式, 绘制一些图表, 做一些计算。其不知, 统计学包含着深刻的辩证唯物主义思想。大千世界, 瞬息万变。然而, 不管事物怎样千变万化, 各自都遵循着自身的发展规律在变化, 在运动。此可谓“万变不离其宗”。“万变”是绝对的, 不停顿的, “不离其宗”是相对绝对的。“宗”即事物运动的固有规律。事物既“万变”又“不离其宗”, 统计学便是对事物“万变”所表现出的庞大的量数(数据)进行整理分析研究其怎样“不离其宗”, 进而推断“其宗”。所以掌握哲学中的绝对与相对, 个别与一般, 量与质, 偶然与必然, 可能性与现实性等辩证观点(原理)将有助于我们较容易地理解统计原理。所以, 学习统计学要运用哲学原理注重对统计思想的领会。果真如此, 你将在接受统计概念或分析问题, 能保持清醒而有条理的思路。

第二, 把统计学与教育学、心理学的科学知识联系起来

学习。教育与心理统计是统计原理在教育与心理科学研究中的具体应用。统计原理是以理论的对象为对象，做纯数理的研究。它可以撇开具体事物的性质，只作数理上的推导，得出一些定理和数学模式。用这些定理和模式来处理教育和心理实验，当然是可行的，所得到的计算结果也是无可非议的。然而，对统计结果（数值）的解释不仅要用统计知识还要用教育学、心理学的专业知识。不懂统计者常抓住所得到的统计数值，执为牛耳，决断一切，往往失于武断。真正明了统计学原理之后便会知道，由统计处理得出的结果，仅仅表明事物的量的关系，而且这个值只是一个有限定的估计值。它只从量上排除一些因素，肯定一些因素（或找到一些因素），但这些因素之间“质”的关系，或说对这些因素之定性分析还要靠扎实的专业知识才能作出正确的认识。例如对实验组和控制组进行新教学法的实验研究，结果使施以新教学法的实验组，与未施以新教学法的控制组在学习成绩上出现差异，这个差异可以用抽样分布的数理，做出概率判断，或者决断新教学法可靠，或者决断新教学法不可取，无意义。但是，新教学法之所以有效或无效的原因，则必须用教育学、心理学的理论知识来分析。

第三，要有意识地强记一些统计符号和公式，边学边用，把理解和运用结合起来。统计学的公式和符号很多，又加之各种统计书对符号的写法、读法不尽相同，这使学习统计学的人大伤脑筋！符号和公式不可不记，而且学习开始就要自立强记的决心，有意识地去记。这会使你在越来越多的公式和符号面前处于主动，立于不败之地。当然根本的是要理解和掌握符号和公式的含义。强记可以使我们的学习顺利

进行，理解不但有助于强记，还可以应付不同的统计学版本中不同的写法，使我们能够多看一些参考书，促进统计学的学习。

在此顺便说一下，初学者常常担心，没有高等数学知识，能不能学好教育与心理统计学？对此可以明确回答：一般地讲，只要具有高中数学基础便可以学好这门课。不少人面对统计学中一页页的长串公式，望而生畏，先在心理上“不寒而栗”，这是大为不必的。为此现行的教育、心理统计学著作，大都在书的开头便申明，学习统计学不一定要有高等数学的知识，以解除初学者的畏惧心理，这是很必要的。不妨，我们在这里也引用葛特雷(E·Garrett)著的《心理教育之统计法》一书序言里的一段话，作为借鉴：“本书之一切公式，只引用而乏证明，此层当为读者所监及。盖作者深信，凡进行心理与社会测量者，应多关心于各公式之意义，而不应多费心力研究其来历。采取此种态度，非无理由。盖研究科学者，若从其他科学借用事实，只要信任而已。例如无线电与显微镜然。凡不知其原则者，殆莫不用之。然者研究心理学者，虽不知相关公式之来历，亦何尝不可利用之耶。”这些话已经说得很明白了。然而，对于统计公式不讲究其来历使初学者往往有“知其然不知其所以然”的感觉，放心不下，这也是事实。如果有较好的高等数学知识（特别是概率论的知识）和充分的时间，追究一下公式的来龙去脉自然是好。

三、统计学的几个基本概念

在进入教育与心理统计学系统学习之前，初步熟悉几个

基本概念很有必要。

（一）随机现象与随机变量

统计学是以随机现象为研究对象的。所谓随机现象，是指一事物某种结果的发生有多种可能性，究竟哪种结果发生，事先不能肯定，具有偶然性，然而，若对偶然性结果进行反复多次的观察，其结果的发生又具有规律性。比如掷一枚硬币，其结果有两个可能，或发生反面，或发生正面，究竟发生哪种结果，事先不能肯定，正面或反面的发生，都具有偶然性。若对发生正面进行多次的观察，便会发现正面（或反面）的发生次数约占总次的 $1/2$ ，具有规律性。掷一枚硬币，发生正面或反面的现象便是随机现象。掷硬币，正面可能发生也可能不发生，这一事件叫随机事件。

在日常生活中存在着大量的随机现象，比如每年三月份下几次雨，刮几次风；某工厂每月的废品率；某商店某月份的营业额；某办公室某个时间通电话的次数等等。在教育与心理学研究的问题中，如某地区每年中途退学人数；某校某年级每年的平均成绩；某生某科的每次测验成绩，每次的智力测定成绩，每次记忆广度的测定结果；某年龄阶段的儿童的每个人的智力水平，某种能力水平甚或每个人的身高、体重、心率、脉率等等都是随机事件。

随机事件的数量化，称为随机变量。由于随机事件发生的结果各次不尽相同，它的量的记载便不会是同一个量，随机变量实际上是一列（一组）大小不一的量。在统计学中又叫数据或数据资料。数据一般用大写字母 $X, Y, Z, \dots$ 等表示， X 即 $X_1, X_2, X_3 \dots X \dots X_n$ 。

（二）总体、个体和样本

任何研究课题都有研究对象。研究对象的全体，在统计学中称为总体。个体则指构成总体的单位，每一个单位即一个个体。时而由于研究的需要，须从总体中抽取一部分个体作为一个观测组进行研究。这个组便称之为该总体的样本（或样组）。

总体有称全域，或称“宇宙”的。它的含意比较明确，指研究对象的全体。然而，全体这一概念在客观事物中总是相对的。一个教学班作为研究对象，这个班可称为一个总体。一个班相对于全校，又变成了个体，或者样本。一个学校相对于一个市的全部学校，又成了个体或样本，如此等等。

总体既指具体事物，也指事物的性质和特征。总体有有限总体和无限总体。有限总体中的个体是有限的，如研究我国人口，尽管数目很大，必竟是有限的；无限总体包含的个体是无限的，如研究天体，便面对一个无限总体。总体又有实在总体（如学生人数，学生的身高体重等）和理论总体（如注意广度、智力水平等）。

进行科学研究或教育调查，确定总体是非常重要的。总体的确定应考虑两个方面的问题。首先是明确总体的基本定义和界定，即必须明确研究什么和研究谁的这个？例如研究记忆，还要考虑研究记忆的什么问题，如果明确定义为研究记忆的广度，那末进一步要界定研究谁的记忆广度。是成人还是儿童？是正常儿童还是缺陷儿童？等等。对此假如我们先确定该研究总体为：研究我国6~16岁正常儿童的记忆广度。然后还要考虑第二方面的问题，一般来讲要考虑工作量的大小和可能投入的人力、物力、财力以及实际的需要与

可能，做出进一步的界定。比如由于人力、物力有限，便可把总体限定为：研究我国辽宁省 6~16 岁在校正常儿童的记忆广度。一旦总体确定，研究的结果和统计资料，一般说只实用于该总体。

个体和样本。个体即构成总体的单位，它既指总体的单位，也是组成样本的单位。个体这一概念比较单纯，无需多说，样本则是统计学中重要的概念。

样本就是由总体中抽取出一部分个体构成的可以代表该总体的样品。在教育与心理学研究中，一般都是对样本进行工作，由样本推断总体的。比如，研究 5 岁儿童的身高，我们不能将所有 5 岁儿童的身高一一测量，只能是从 5 岁儿童中抽取一部分作为样本，对样本进行测量，然后推断 5 岁儿童总体身高的情况。有些实验会影响学生的休息和学习，不允许把总体中全部学生拿来作实验，只能抽取少量学生作为一个样本进行研究，如学习疲劳实验等（工业上不能把生产的全部灯泡烧坏以研究灯泡的寿命等）。

样本必须具有对总体的代表性，不能代表总体的样本便不成其为样本。样本的代表性取决于正确取样的容量。所谓正确取样是必须坚持随机性原则，即随机取样。比如研究一个学校学生的学习情况，取样时，不能单取优者，也不能单取劣者，当然也不能一个优，一个中，一个劣的抽取，必须事先不知道谁优谁劣，随机地抽到谁算谁，抽够数为止。随机抽样的方法有简单随机取样法，如抓阄法，随机表法，分层随机取样法等。所谓样本的容量，指样本要有一定的规模，即构成样本的个体数目多少。一般说来，抽得越多越好，抽查越多越能代表真实情况，可以说多多益善。然而，太

多了(如从1000人中抽查900人)有失抽样意义,造成工作上人力物力财力的浪费。反之,抽查的人数太少,难免有失样本的代表性。关于抽样问题已有专著研究,引为广泛注意,本教材因篇幅所限,没有专章讲述,仅依常规,在教育与心理统计中,样本容量 $n \geq 30$ 的为大样本, $n < 30$ 的样本为小样本。大小样本在统计处理时不尽相同。

(三) 频率与概率

频率指在一组观测数据中,某一数值出现的相对次数。即该数值出现的次数被一组数据的总次数除的比例。例如调查100名6岁儿童的身高,便会得到100个身高数据,假若其中95公分出现25次,那么95公分出现频率为 $95 \div 100 = 0.25$ (或25%)。

频率是根据一次观测结果计算出的实得值。即每一组观测值都可以计算出某个数值发生的频率。若设频率为 P ,总次数为 n ,某事件(某数值)发生的次数为 m ,则 $P = m/n$ 。该事件的频率,在每一组观测值中不一定相同,但差别不会太大,假若作无限次的观测,则该事件发生的频率趋于稳定在一个比值上。频率的稳定值就是该事件发生的概率。所以,概率是一个理论值,是频率趋于稳定的极限值,一般用频率作为概率的代表值。

仍以掷硬币为例,观察正面发生情况,观察结果如表1。从表1中可以看出,正面发生的频率趋于稳定在0.5上。0.5就是正面事件发生的概率。我们也可以从理论上确定概率值;由于硬币是质量均匀的,抛掷后只有两种结果,非正即反,所以说,正面发生的概率为0.5(或1/2)。

从表1我们还可以看出,确定概率时需要注意两点:第

表1 抛掷硬币试验正面发生的观测结果统计表

k	n	m	p	k	n	m	p	k	n	m	p
1	20	14	0.70	1	200	104	0.520	1	2000	1010	0.5050
2	20	11	0.55	2	200	91	0.455	2	2000	990	0.4950
3	20	13	0.65	3	200	99	0.495	3	2000	1012	0.5060
4	20	7	0.35	4	200	96	0.480	4	2000	986	0.4930
5	20	14	0.70	5	200	99	0.495	5	2000	991	0.4955
6	20	10	0.50	6	200	108	0.540	6	2000	988	0.4940
7	20	11	0.55	7	200	101	0.505	7	2000	1004	0.5020
8	20	6	0.30	8	200	101	0.505	8	2000	1002	0.5010

说明：表内 k ——观察次数（试验次数），
 n ——每次观测（试验）抛掷次数，
 m ——正面发生次数，
 p ——频率 $p = m/n$ 。

一，当 $k \rightarrow \infty$ 次时，频率的稳定值才最终明确，此时确定概率最准确；第二， n 越大，频率越接近概率。

现在，我们举一个教学上的例子。比如从一个学生群体中，抽查100人的学习成绩，其中90分以上的有25人，那么，90分以上发生的频率为 $f = 25/100 = 0.25$ 。如果说，这100人已足够大，那么可以说，该群体90分以上的发生概率为0.25。这是教育统计中经常研究的课题。

（四）误差

误差一般指观测值与真值之差。在观测中由于种种条件的限制和影响难免发生误差，误差大致有以下几种：

1. 偶然无差。它是由一些偶然因素影响了实验，使观测值与真值发生误差。偶然因素难以避免，特别是在教育、心理实验中，主试与被试都会受到偶然因素的影响。比如一句话，一个响声等偶然发生，都会影响主试或被试，使测得